



Лучевая диагностика и терапия при гемангиомах ПОЗВОНОЧНИКА

Мизюров С.А.* , Зарецков В.В., Лихачев С.В., Зарецков А.В., Левченко К.К., Арсениевич В.Б., Киреев С.И., Сумин Д.Ю.

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, ул. Большая Казачья, 112, Саратов, 410012, Российская Федерация

Резюме

Обзор литературы посвящен современным лучевым методам исследования гемангиом позвоночника. Проанализировано значение основных (рентгенография, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография) и дополнительных (ультразвуковая доплерография, сцинтиграфия, селективная ангиография) методов диагностики и уточнена их роль в определении показаний к хирургическому лечению. Установлен приоритет компьютерной томографии перед другими методами визуализации данной патологии. Освещен вопрос использования лучевой терапии в лечении гемангиом позвоночника на современном этапе развития медицины.

Ключевые слова: позвоночник; гемангиома; лучевая диагностика; лучевая терапия; обзор.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Мизюров С.А., Зарецков В.В., Лихачев С.В., Зарецков А.В., Левченко К.К., Арсениевич В.Б., Киреев С.И., Сумин Д.Ю. Лучевая диагностика и терапия при гемангиомах позвоночника. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2020; 101 (3): 183–92. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2020-101-3-183-192>

Статья поступила 05.02.2020

Принята к печати 28.05.2020

Radiation Diagnosis and Therapy of Vertebral Hemangiomas

Sergey A. Misyurov*, Vladimir V. Zaretskov, Sergey V. Likhachev, Aleksandr V. Zaretskov, Kristina K. Levchenko, Vladislav B. Arsenievich, Sergey I. Kireev, Dmitriy Yu. Sumin

Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Ministry of Health of the Russian Federation, ul. Bol'shaya Kazach'ya, 112, Saratov, 410012, Russian Federation

Abstract

The literature review is devoted to the current radiation methods for studying vertebral hemangiomas. The significance of basic (radiography, computed tomography, and magnetic resonance imaging) and additional (Doppler ultrasound, scintigraphy, and selective angiography) diagnostic techniques is analyzed and their role in determining the indications for surgical treatment is clarified. The priority of computed tomography over other imaging methods for this pathology is established. The use of radiation therapy for vertebral hemangiomas at the present stage of medicine development is highlighted.

Keywords: vertebral column; hemangioma; radiation diagnosis; radiation therapy; review.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The study had no sponsorship.

For citation: Misyurov S.A., Zaretskov V.V., Likhachev S.V., Zaretskov A.V., Levchenko K.K., Arsenievich V.B., Kireev S.I., Sumin D. Yu. Radiation diagnosis and therapy of vertebral hemangiomas. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2020; 101 (3): 183–92 (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2020-101-3-183-192>

Received 05.02.2020

Accepted 28.05.2020

Гемангиома позвонка относится к группе доброкачественных сосудистых опухолей позвоночника [1]. Первое упоминание о гемангиоме позвоночника (ГП) датируется 1867 г., когда R. Virchow выявил при аутопсии сосудистую опухоль, названную впоследствии гемангиомой [2]. В отечественной литературе доброкачественным опухолям

позвоночника посвящены труды Т.П. Виноградовой, Я.Л. Цивьяна, Ю.В. Ланцмана, Б.В. Гайдара, А.Н. Коновалова, В.Н. Корниенко, которые внесли существенный вклад в изучение данной проблемы [3–8].

Социальная значимость ГП определяется высокой степенью их распространенности [1, 9],

достигающей 10–11,5% среди трудоспособного населения (18–45 лет), при этом 2/3 составляют женщины [10]. Симптоматическими являются около 1,1% всех позвоночных гемангиом [11]. Преимущественно поражается поясничный отдел позвоночника (60%), затем грудной (29%), на другие отделы приходится 11% случаев [12]. В 55% случаев диагностируются единичные гемангиомы, в 25% – поражаются тела двух-трех позвонков, в 15% – до пяти позвонков, а в 5% случаев выявляются поражения более пяти позвонков [13]. Рост гемангиомы происходит при микротравматизации неполноценной стенки сосудов в результате осевой нагрузки на пораженный позвонок, что приводит к кровоизлияниям, стимулирующим остеокласты, следствием чего является остеолитичес. Образование тромбов в поврежденных сосудах и их реканализация обуславливают рост сосудов опухоли на месте лизированной кости [1]. В некоторых случаях диагностируется мягкотканая паравerteбральная экспансия новообразования, которая может стать причиной компрессии спинного мозга [14]. Значительная потеря костной массы тела позвонка может привести к серьезному осложнению – его патологическому перелому.

Широкий диапазон современных лучевых диагностических методов обследования в полной мере позволяет охарактеризовать патологию позвоночного столба [1, 2, 9]. Актуальность проблемы диагностики ГП связана с тем, что на сегодняшний день лучевые методы исследования являются ключевыми при принятии решения о тактике лечения пациентов. Для верификации диагноза и выбора тактики лечения больных с гемангиомой применяются как классические (рентгенография), так и более современные методы лучевой диагностики: компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), ультразвуковая доплерография, сцинтиграфия, селективная ангиография [15].

В зависимости от локализации поражения выделяют пять типов гемангиом, предложенных J.P. Nguyen et al.: 1) тотальное поражение позвонка; 2) поражение гемангиомой только тела позвонка; 3) изолированное поражение заднего полукольца; 4) поражение тела позвонка и частично заднего полукольца; 5) эпидуральное расположение опухоли [16].

Ю.А. Зозуля и Е.И. Слынько разработали классификацию топографии сосудистых мальформаций позвоночника и спинного мозга в зависимости от их расположения в позвонках, направления экстравертебрального роста, отношения к твердой мозговой оболочке и нервным структурам [17]: 1) поражение тела позвонка без его деформации; 2) поражение тела позвонка с увеличением его объема, вызывающим компрессию спинно-

го мозга; 3) поражение тела позвонка с патологическим компрессионным переломом и компрессией спинного мозга; 4) поражение задних структур позвонка; 5) сочетание 3-го и 4-го вариантов; 6) поражение тела позвонка с паравerteбральным и эпидуральным распространением, компрессией спинного мозга; 7) эпидуральная локализация; 8) интра-экстрамедуллярное расположение; 9) интрамедуллярная мальформация.

В зависимости от размеров, распространения, морфологического типа опухоли рентгенологическая картина может быть различной [18]. Распространенным гистологическим типом является кавернозная гемангиома. Типичная кавернозная гемангиома на рентгенограмме дает картину грубогубчатой, вертикально направленной перестройки структуры пораженного позвонка, определяемую С.А. Рейнбергом как «картина кулис» [19] (рис. 1).

Наряду с утолщением отдельных трабекул общий фон структуры поротичен: пораженный позвонок более прозрачен по сравнению с соседними непораженными позвонками. При достаточном объеме опухоли нередки случаи аналогичной перестройки структуры дужки пораженного позвонка.



Рис. 1. Боковая рентгенограмма пораженного гемангиомой позвонка Th12 («картина кулис»)

При капиллярной гемангиоме на рентгенограмме отмечается другая, мелкоячеистая структура пораженного позвонка. Капиллярная гемангиома обладает большей склонностью к экспансивному росту, иногда с прорывом кортикального слоя. Позвонок, пораженный капиллярной гемангиомой, представляется несколько «вздутым», что бывает заметно на боковой рентгенограмме, когда передний или задний контур патологически измененного позвонка имеет меньшую, чем в норме, вогнутость [20].

Рентгенологическая картина, отображающая структурную перестройку пораженного позвонка, имеет три варианта [21]: вакуолеобразный – определяются округлые, продолговато-продольные, довольно крупные участки разрежения, окаймленные склеротическими ободками (рис. 2); столбчатый – на фоне общего разрежения резко выделяются продольные костные перегородки, расположенные в виде столбиков; сетчатый – тело позвонка похоже на губку с множеством продольных и поперечных перекладин, переплеты которых образуют мелкие ячейки.

Следует отметить, что в настоящее время большинством исследователей информативность рентгенографии оценивается как низкая, так как при рентгенологическом обследовании обнаруживаются только крупные опухоли [22].

Значительно упростить задачу ранней диагностики ГП позволило внедрение в медицинскую практику метода КТ, а несколько позже – МРТ, обладающих высокими разрешающими возможностями и способных давать изображение в нескольких плоскостях. Благодаря этому группа французских радиологов под руководством J.D. Laredo опубликовала фундаментальные работы по диагностике гемангиом. Была предложена классификация ГП, основанная на радиологических показателях. Согласно классификации, радиологическими признаками агрессивности ГП являются следующие факторы: локализация гемангиомы на уровне Th3–Th9, полное диффузное поражение тела позвонка, его ножек и дуги, наличие косонаправленных «пчелиных сот», распространение гемангиомы на кортикальную пластинку позвонка (ее истончение) и в позвоночный канал или паравертебральные мягкие ткани [23]. Наличие двух и более признаков позволяет отнести ГП к группе агрессивных, требующих использования активной лечебной тактики. Современный подход к диагностике и лечению гемангиом основывается именно на этом исследовании.

Ввиду высокой специфичности КТ, превышающей специфичность МРТ, она считается основным методом диагностики гемангиом. В неоднозначных случаях КТ как метод, дающий хорошую визуализацию костной ткани и имеющий высокую чувствительность к перестройке костной структуры,



Рис. 2. Боковая рентгенограмма вакуолеобразной перестройки пораженного гемангиомой позвонка L2

позволяет выявить семиотику структурных изменений позвонка, в частности наличие огрубевших трабекул. При КТ выявляются следующие признаки ГП: утолщение и вертикальная ориентация трабекул с расширением межтрабекулярных пространств при мультипланарных реконструкциях («картина кулис», «вельветовой ткани», «частокола»), ячеистая структура на аксиальных срезах (симптом «польского горошка»), что характерно для кавернозной формы, неравномерность, истончение или прорыв коркового слоя (симптом «вздутия»), свойственные капиллярной форме [24] (рис. 3). Реконструкция изображения в ортогональных плоскостях позволяет выявить груботрабекулярную перестройку, а также признаки патологического перелома позвонка. Сетчатая перестройка структуры позвонка, поражение дуги и мягкотканый компонент опухоли очень хорошо определяются при КТ [19, 25].

При паравертебральном и внутриканальном распространении, встречающемся в 1% случаев, мягкотканая часть гемангиомы может достигать очень большого размера и визуализируется при КТ как гомогенная масса низкой плотности [26] (рис. 4). Кортикальный слой, прилежащий к паравертебральному компоненту гемангиомы, на аксиальных срезах КТ всегда сохраняет ровный контур, повторяющий правильную форму позвонка. Он же является и границей между костной и мягкотканой частями новообразования, ввиду того что

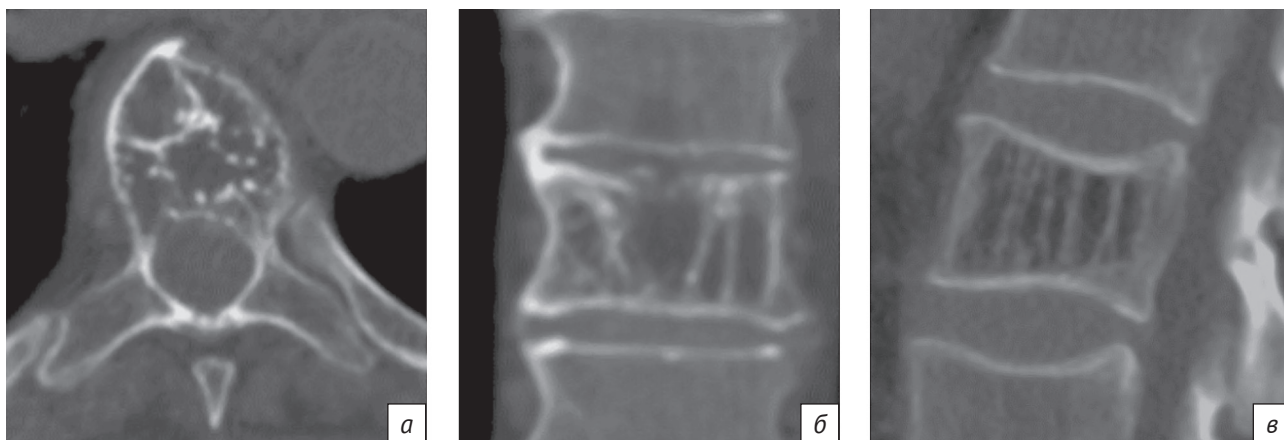


Рис. 3. КТ-сканы (а, б, в) агрессивной гемангиомы позвонка Th8

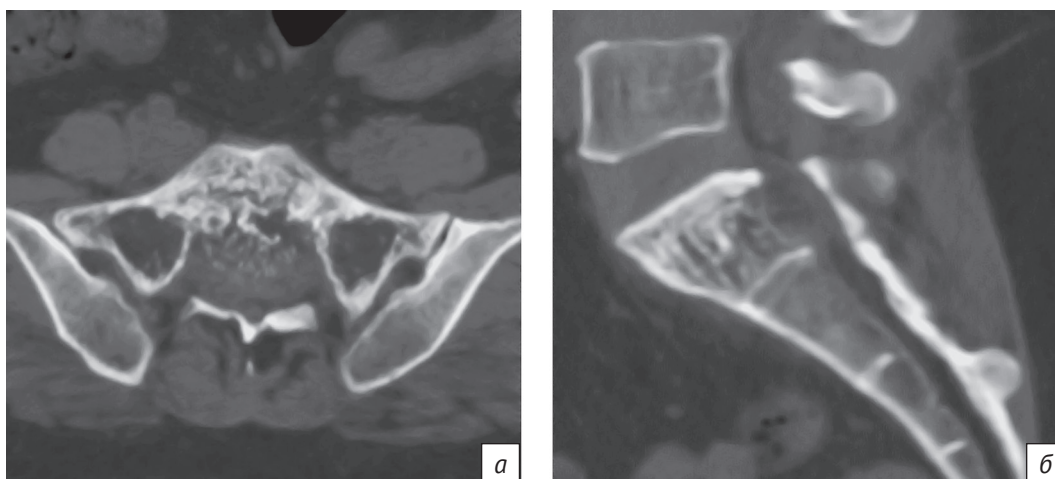


Рис. 4. КТ-сканы (а, б) агрессивной гемангиомы позвонка S1 с внутриканальным распространением

экстравертебральный компонент гемангиомы не имеет собственной капсулы [27].

МРТ также высокоинформативна в отношении ГП, однако специфичность её ниже, чем у КТ, поэтому МРТ следует рассматривать как вспомогательный метод диагностики [19, 22].

Типичная МР-картина гемангиомы характеризуется неоднородным сигналом на T1- и T2-взвешенных изображениях (ВИ). Этот паттерн представлен множественными зонами как высокого, так и низкого по интенсивности сигнала, что вызывает картину «испещренности». При этом области низкого или изоинтенсивного сигнала как на T1-, так и T2-ВИ соответствуют костные трабекулы, а иногда сосудистые полости («симптом пустоты потока») [28]. Гиперинтенсивный сигнал в T1- и T2-ВИ характерен для жировой ткани. Количество жира в структуре гемангиомы обратно пропорционально степени её опухолевой активности. Гемангиомы с высоким содержанием жировой ткани чаще бессимптомны и не отличаются активным ростом. Округлые или бесформенные различного размера

жировые включения в телах позвонков, не имеющие симптома «испещренности», не являются истинными гемангиомами и должны описываться как очаги липоангиоматоза [29]. Липоангиоматозные образования относятся к дегенеративной патологии позвоночника, являются следствием адипозной инволюции красного костного мозга и не имеют клинического значения. Очаги липоангиоматоза почти всегда небольшого размера, визуализируются сразу во многих позвонках, могут быть множественными в пределах одного тела позвонка, склонны к слиянию и не имеют специфичных для гемангиом рентгенологических симптомов.

Для гемангиом, характеризующихся активным ростом и выраженными клиническими проявлениями, характерен неоднородный изо-, гипоинтенсивный сигнал в режиме T1-ВИ и гиперинтенсивный – в режиме T2-ВИ (сигнал жидкости) [23] (рис. 5).

При этом в режиме жироподавления отмечается резкое увеличение интенсивности сигнала от гемангиомы. Внекостный компонент гемангиомы также имеет сигнал низкой интенсивности в режи-



Рис. 5. МРТ-сканы агрессивной гемангиомы позвонка L2: а – сагитальное T2-ВИ; б – сагитальное T1-ВИ; в – аксиальное T1-ВИ

ме T1-ВИ и повышенный сигнал – в режиме T2-ВИ. Данный тип сигнала от внутривертебрального и экстравертебрального компонентов гемангиомы, выявляемый в 49,3% случаев, указывает на наличие крупных сосудов и/или кавернозных полостей с небольшой скоростью кровотока в них, признаками застоя крови и переполнения венозных коллекторов [30] (рис. 6).

Гемангиомы, гипоинтенсивные на T1-ВИ, обычно увеличивают интенсивность сигнала при внутривенном контрастировании гадолинием [31]. При этом экстравертебральная часть опухоли более интенсивно накапливает контрастирующее вещество, чем часть опухоли, расположенная в кости.

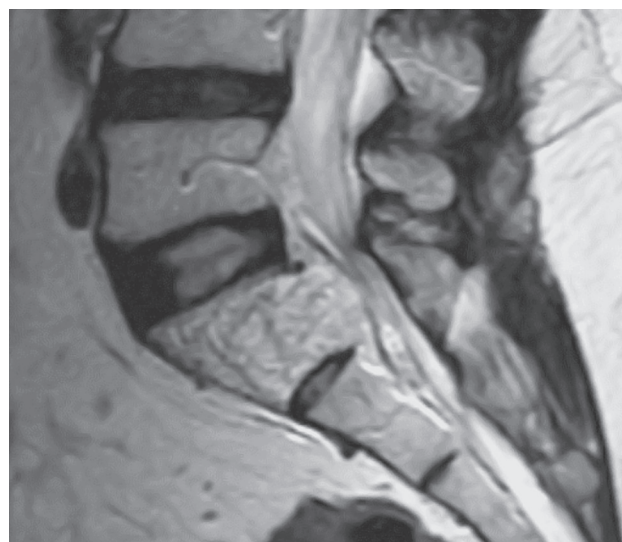


Рис. 6. МРТ-скан агрессивной гемангиомы позвонка S1 с внекостным компонентом

В ретроспективно изученной серии у 106 пациентов определена диагностическая достоверность методов нейровизуализации при позвоночных гемангиомах в 65,0% случаев [32]. При этом достоверность КТ составила 80,0%, а МРТ – 52,0%. По мнению авторов, КТ при позвоночных гемангиомах имеет большее значение, чем МРТ.

Таким образом, КТ и МРТ позволяют установить уровень пролиферативного потенциала (высокий или низкий) гемангиомы и отнести ее к группе агрессивных позвоночных гемангиом. Применение КТ и МРТ объективно характеризует строение опухоли в межтрабекулярном пространстве.

Клиническое значение имеют ГП, которые рентгенологически можно истолковать как растущие, прогрессирующие или являющиеся причиной патологической компрессии позвонка [33]. На сегодняшний день признаками прогрессирования опухоли признаны следующие рентгенологические симптомы: наличие патологических изменений структуры тела позвонка и задних его отделов (дужка, отростки); исчезновение на рентгенограммах «тали» пораженного позвонка, то есть развитие симптома «вздутия»; выявление на томограммах хрящевых грыж с вдавлением верхней или нижней замыкательной пластинки; признаки прорастания опухоли в головку ребра (обнаружение типичной ангиоматозной структуры в ребре); развитие типичного компрессионного патологического перелома, при котором пораженный позвонок обычно равномерно уплощается в краниальном и каудальном направлениях [34]. При компрессии позвонка на почве кавернозной гемангиомы постановку диагноза облегчает наличие хорошо различимой картины груботрабекулярной перестройки на фоне сплющивания тела. При капиллярных

гемангиомах, обнаруженных в стадии патологической компрессии, дифференциальная диагностика с другими видами опухолей, в частности метастатическими, гораздо труднее. В этих случаях помогают имеющиеся изменения в головках ребер и поперечных отростках, дающие картину мелкоячеистых разрежений [35].

Селективная ангиография (СА) рекомендуется некоторыми авторами с целью подтверждения сосудистой природы опухоли, для определения степени васкуляризации образования и выявления сосудов, питающих и дренирующих гемангиому [36, 37]. СА показала, что агрессивные гемангиомы гипervasкуляризованы, в то время как бессимптомные имеют нормальную или слегка повышенную сосудистую сеть. СА не всегда позволяет обнаружить достаточно четкую сосудистую сеть внутрипозвонковой части гемангиомы, кровоснабжение которой осуществляется из сегментарной артерии. Сосудистая сеть визуализируется в поздней артериальной и капиллярной фазах. Венозная фаза не выражена. В 75% случаев исследование неинформативно из-за низкой скорости кровотока и недостаточной степени васкуляризации [38]. Таким образом, использование СА в диагностике агрессивных гемангиом позвонков как дополнительного метода исследования не вполне оправданно.

В настоящее время одним из неинвазивных методов изучения спинального кровотока является оценка нарушений артериального кровотока в спинном мозге с использованием ультразвуковой доплерографии сегментарных сосудов [19, 39]. Такие преимущества, как доступность всех сегментов позвоночника, отсутствие лучевой нагрузки на пациента, неинвазивность, воспроизводимость в амбулаторных условиях и информативность, послужили аргументами при выборе данной методики исследования.

Следует отметить, что у 35% пациентов с ГП имеются радикуло- и миелопатии [25]. При этом одним из патогенетических факторов является развитие синдрома артериального обкрадывания. По данным литературы, приводящие артерии опухоли, как правило, отходят от межреберных или поясничных артерий данного уровня [24]. Кавернозная гемангиома, питающаяся из сегментарного сосуда, формирующего значимые радикулотомедуллярные артерии при магистральном типе кровоснабжения спинного мозга, может привести к формированию миелоишемии по типу обкрадывания [39]. Кроме того, снижение артериальной перфузии спинного мозга при обусловленном гемангиомой сбросе артериальной крови из сегментарного сосуда в венозные коллекторы тела позвонка соответствует концепции коллатерального кровоснабжения спинного мозга. Артериальное обкрадывание спинного мозга формируется при

открытии альтернативного пути оттока крови из спинального бассейна по пути наименьшего сопротивления [40]. Данная гипотеза предполагает наличие функционирующего артериовенозного шунта, которым является кавернозная гемангиома.

У пациентов с неврологическим дефицитом, без компрессии гемангиомой содержимого позвоночного канала нарушения регионарного кровотока, выявленные при ультразвуковой доплерографии сегментарных сосудов, служат показанием к выполнению вертебропластики, широко используемой в настоящее время при повреждениях позвонков различного генеза [41, 42]. Положительный эффект вмешательства связан с устранением синдрома обкрадывания. Ликвидация артериовенозного шунтирования при вертебропластике за счет эмболизации сосудов опухоли полиметилметакрилатом приводит к нормализации кровообращения в сегментарных сосудах.

Радионуклидную скintiграфию (РС) относят к дополнительным методам обследования ГП. Основная цель этого метода – проведение дифференциальной диагностики с онкологическими и воспалительными заболеваниями позвоночника [29, 37]. В настоящее время нет единого мнения относительно характеристики гемангиом по данным РС. С одной стороны, часть агрессивных гемангиом дает высокое накопление радиофармпрепарата, с другой – в литературе имеется достаточное число верифицированных наблюдений таких опухолей, которые не сопровождались подобными изменениями [20]. РС не является надежным методом определения агрессивности гемангиом. Она относится к вспомогательным методам диагностики и позволяет исключить вторичную (метастатическую) природу обнаруженных очагов.

Пристального внимания требует вопрос использования лучевой терапии в лечении ГП на современном этапе развития медицины. F. Natrass и D. Ramage в 1932 г. предложили для лечения больных с гемангиомами тел позвонков использовать лучевую терапию (ЛТ) [13]. С 1980-х годов и до конца XX в. ЛТ оставалась стандартом оказания медицинской помощи пациентам с ГП во многих странах, включая Россию. Ю.В. Ланцман рассматривал ЛТ как единственный метод лечебного воздействия при данной патологии [5]. Ее применение способствовало лучевому некрозу ткани опухоли и, как следствие, приостановке ее роста, умеренному антalgическому эффекту. Радиотерапию в 30 Гр, выполненную во фракционном режиме по 2 Гр за 5 нед., считали эффективным методом лечения ГП [41]. Г.К. Алборов отмечал, что если ЛТ и дает в отдельных случаях улучшение, то при этом не меняет рентгенологическую картину гемангиомы и не гарантирует от рецидивов опухоли [43]. R. Heyd et al. в 2001 г. проанализировали 327 слу-

чаев ГП у пациентов, пролеченных с использованием радиотерапии, и установили, что независимо от того, являлась ли радиотерапия методом монотерапии или она использовалась в комбинации с другими методами лечения, полный регресс симптомов был достигнут у 54,0—57,0% пациентов, частичный — у 32,0%, отсутствие эффекта наблюдалось у 11,0% [44]. В 2003 г. D. Rades исследовал корреляцию лучевой нагрузки и регресс болевого синдрома при ГП и обнаружил, что максимальный обезболивающий эффект достигается при суммарной дозе 36–40 Гр [30]. По мнению Г.М. Кавалерского и др., применение ЛТ имеет ряд недостатков: не восстанавливает целостность позвонка и, как следствие, не останавливает развитие его компрессионного перелома [21]. Для достижения терапевтического эффекта неизбежна большая лучевая нагрузка, что влечет за собой высокую частоту лучевого поражения нервных структур (радиационные миелиты, плекситы, радикулиты) [29]. Нецелесообразно ее применение у молодых людей, а также беременных. ЛТ оказывает деструктивное влияние на кожу и мягкие ткани. Применение излучения с фотонами средней и высокой энергии, ротационной рентгенотерапии, дистанционной гамма-терапии позволяет несколько снизить частоту такого осложнения, как лучевые язвы [36, 45]. Нельзя забывать и о риске развития радиоиндуцированных опухолей, например, щитовидной железы.

Отсутствие снижения риска возникновения патологического компрессионного перелома, значительная лучевая нагрузка, приводящая к многочисленным осложнениям, низкая эффективность и большое количество противопоказаний свидетельствуют о сомнительной целесообразности применения данного вида лечения. Следует отметить, что на сегодняшний день ЛТ в виде монотерапии при агрессивных гемангиомах в большинстве публикаций не рассматривается как эффективный метод с точки зрения восстановления опороспособности тела пораженного позвонка и анталгического эффекта [24]. Эффект ЛТ в отношении снижения кровопотери за счет фиброзных изменений сосудов новообразования можно рассматривать только как один из аспектов предоперационной подготовки перед реконструктивным хирургическим вмешательством [33].

Для снижения интраоперационной кровопотери при выполнении декомпрессивно-стабилизирующей операции при ГП используется пункционная эмболизация акриловыми клеевыми композитами NBCA [37]. Пункционная эмболизация применяется при эпидуральном распространении мягкотканого компонента опухоли в качестве первого этапа хирургического вмешательства. Обладая жидкой консистенцией, NBCA распространяется на пери-

дуральный компонент опухоли, тромбирует ее сосуды, и впоследствии эта мягкая консистенция не затрудняет выполнение ламинэктомии [19].

На сегодняшний день однозначного набора строгих показаний к выбору тактики хирургического лечения у больных с ГП практически не существует. Не выработано точных критериев, на основании которых можно было бы сказать, когда проводить декомпрессивно-стабилизирующие операции, а когда следует ограничиться малоинвазивными методами. В настоящее время на основании полученных результатов лучевой диагностики предложено множество различных прогностических шкал, с помощью которых можно определить объем предполагаемого хирургического вмешательства.

В основе стадирования опухолевого процесса лежит степень распространения опухоли в пораженном позвонке. S. Boriani et al. предложили хирургическую систему стадирования, основанную на работах W. Enneking et al. [37, 46]. В настоящее время широкое распространение получили анатомические классификации опухолей позвоночника, такие как классификации McLain, Enneking, «WBB», Tomita и др. [47]. Вышеперечисленные классификации являются тактико-хирургическими, они позволяют не только описать распространенность поражения, но и наметить предполагаемый алгоритм лечения.

С целью повышения объективности оценки агрессивности гемангиом позвонков и более рационального принятия решения о тактике лечения данной патологии М.Н. Кравцовым и др. была разработана «Балльная шкала оценки агрессивности гемангиом позвонков», включающая девять радиологических и клинических критериев [48].

На основании данной шкалы были предложены принципы выбора метода лечения пациентов с ГП [39]:

1) для пациентов с малыми и неагрессивными гемангиомами при отсутствии клинических проявлений рекомендуется проведение динамического наблюдения с выполнением контрольных КТ- или МРТ-исследований 1 раз в 6–12 мес.;

2) в хирургическом лечении нуждаются пациенты с агрессивными гемангиомами позвонков:

- при отсутствии мягкотканого компонента опухоли с признаками компрессии нервных структур показана пункционная вертебропластика,
- в случае экстравертебрального распространения гемангиомы, сочетающегося с синдромом сдавления спинного мозга и его корешков, показаны этапные декомпрессивно-стабилизирующие операции.

Дискутабелен вопрос о показаниях к выполнению вмешательства у пациентов с бессимптомными гемангиомами большого размера, являющимися, как правило, диагностической на-

ходкой при выполнении МРТ и КТ по поводу других нозологий. Тотальное поражение тела позвонка в ряде случаев приводит к возникновению патологических переломов, в том числе с компрессией содержимого позвоночного канала и формированием неврологического дефицита [49]. Успешному решению этой проблемы, по-видимому, может способствовать разработка программного обеспечения для КТ, главной задачей которого станет определение рисков развития патологического перелома тела позвонка, пораженного гемангиомой.

Литература [References]

- Норкин И.А., Лихачев С.В., Чомартов А.Ю., Норкин А.И., Пучиньян Д.М. Гемангиомы позвоночника. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2010; 6 (2): 428–32. [Norkin I.A., Likhachev S.V., Chomartov A. Yu., Norkin A.I., Puchin'yan D.M. Spinal hemangiomas. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2010; 6 (2): 428–32 (in Russ.).]
- Vinay S., Khan S.K., Braybrooke J.R. Lumbar vertebral haemangioma causing pathological fracture, epidural haemorrhage, and cord compression: a case report and review of literature. *J. Spinal Cord Med.* 2011; 34 (3): 335–9. DOI: 10.1179/2045772311Y.0000000004
- Виноградова Т.П. Опухоли костей. М.: Медицина; 1973. [Vinogradova T.P. Tumors of bone. Moscow: Meditsina; 1973 (in Russ.).]
- Цивьян Я.Л. Хирургическое лечение гемангиом позвоночника. В кн.: Вопросы костной онкологии. М.: ЦИТО; 1985; 1: 136–42. [Tsiv'yan Ya.L. Surgical treatment of hemangiomas of the spine. In: Bone oncology issues. Moscow; 1985; 1: 136–42 (in Russ.).]
- Ланцман Ю.В. Опухоли позвоночника (Клиника, диагностика, лечение). Томск; 1986. [Lantsman Yu.V. Tumors of the spine (Clinic, diagnostics, treatment). Tomsk; 1986 (in Russ.).]
- Гайдар Б.В. Практическая нейрохирургия: Руководство для врачей. СПб.: Гиппократ; 2002. [Gaydar B.V. Practical neurosurgery: Guide for doctors. St. Petersburg; 2002 (in Russ.).]
- Никифоров А.С., Коновалов А.Н., Гусев Е.И. Клиническая неврология. Т. 3, Ч. 2. М.: Медицина; 2004: 81–95. [Nikiforov A.S., Konovalov A.N., Gusev E.I. Clinical neurology. Vol. 3, Pt. 2. Moscow: Meditsina; 2004: 81–95 (in Russ.).]
- Корниенко В.Н. Диагностическая нейрорадиология. М.: ИП Андреева Т.М.; 2006. [Kornienko V.N. Diagnostic neuroradiology. Moscow; 2006 (in Russ.).]
- Норкин И.А., Зарецков В.В., Левченко К.К., Федонников А.С., Зарецков А.В., Киреев С.Н. Перспективы совершенствования преподавания вопросов вертебрологии в высшей медицинской школе. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2015; 11 (2): 210–2. [Norkin I.A., Zaretskov V.V., Levchenko K.K., Fedonnikov A.S., Zaretskov A.V., Kireev S.N. Perspectives for vertebrology teaching development in higher medical schools. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2015; 11 (2): 210–2 (in Russ.).]
- Urrutia J., Postigo R., Larrondo R., Martin A.S. Clinical and imaging findings in patients with aggressive spinal hemangioma requiring surgical treatment. *J. Clin. Neurosc.* 2011; 18 (2): 209–12. DOI: 10.1016/j.jocn.2010.05.022
- Acosta Jr F.L., Dowd C.F., Chin C., Tihan T., Ames C.P., Weinstein P.R. Current treatment strategies and outcomes in the management of symptomatic vertebral hemangiomas. *Neurosurgery*. 2006; 58 (2): 287–95. DOI: 10.1227/01.NEU.0000194846.55984.C8
- Babu R., Owens T.R., Karikari I.O., Moreno J., Cummings T.J., Gottfried O.N. et al. Spinal cavernous and capillary hemangiomas in adults. *Spine*. 2013; 38 (7): 423–30. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318287fef7
- Воронович И.Р., Пашкевич Л.А., Мартынюк С.Н. Гемангиома позвоночника. *Медицинские новости*. 2014; 1: 39–42. [Voronovich I.R., Pashkevich L.A., Martynyuk S.N. Hemangioma of the spine. *Meditsinskie Novosti*. 2014; 1: 39–42 (in Russ.).]
- Рерих В.В., Рахматиллаев Ш.Н., Пендюрин И.В. Результаты хирургического лечения пациентов с гемангиомами грудных и поясничных позвонков (опыт Новосибирского НИИТО). *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2015; 11 (1): 55–9. [Rerikh V.V., Rakhmatillaev Sh.N., Pendyurin I.V. Results of surgical treatment of patients with hemangiomas of the thoracic and lumbar spine (experience of the Novosibirsk NRITO). *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2015; 11 (1): 55–9 (in Russ.).]
- Alexander J. Vertebral hemangioma: an important differential in the evaluation of locally aggressive spinal lesions. *Spine*. 2010; 35 (18): 917–20. DOI: 10.1097/brs.0b013e3181ddfb24
- Nguyen J.P., Djindjian M., Paviovitch J.M., Badiane S. Vertebral hemangiomas with neurologic symptoms. Treatment. Results of the Societe Francaise of Neuro-Chirurgie series. *Neurochirurgie*. 1989; 35: 299–303.
- Зозуля Ю.А., Слынько Е.И. Спинальные сосудистые опухоли и мальформации. Киев; 2000. [Zozulya Y.A., Slyn'ko E.I. Spinal vascular tumors and malformations. Kiev; 2000 (in Russ.).]
- Карабаев И.Ш., Волков И.В. Клинико-рентгенологическая классификация гемангиом позвоночника. *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2012; 1: 30–5. [Karabaev I. Sh., Volkov I.V. Clinical radiological classification of spinal hemangiomas. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2012; 1: 30–5 (in Russ.).]
- Слынько Е.И., Золотоверх А.М., Вербов В.В., Пишанов Р.Т. Диагностика и лечение кавернозных мальформаций позвоночника и спинного мозга. *Український нейрохірургічний журнал*. 2012; 1: 37–42. [Slinko E.I., Zolotoverkh A.M., Verbov V.V., Pishanov R.T. Diagnosis and treatment of cavernous malformations of the spine and spinal cord. *Ukrainian Neurosurgical Journal*. 2012; 1: 37–42 (in Russ.).]
- Шавладзе З.Н., Смирнов В.В., Елисеев Н.П., Силантьева Н.К., Сарычева Т.Г., Березовская Т.П. и др. Лучевая диагностика первичных опухолей позвоночника. *Мануальная терапия*. 2010; 3: 83–91. [Shavlazde Z.N., Smirnov V.V., Eliseev N.P., Silant'eva N.K., Sarycheva T.G., Berezovskaya T.P. et al. Radiologic diagnosis of primary tumors of the spine. *Manual Therapy*. 2010; 3: 83–91 (in Russ.).]
- Кавалерский Г.М., Ченский А.Д., Макиров С.К., Черепанов В.Г., Смолянский Ю.З., Лисенков К.А. Гемангиомы позвоночника: значение лучевой диагностики. *Радиология-практика*. 2008; 1: 23–30. [Kavalerskiy G.M., Chenskiy A.D., Makirov S.K., Cherepanov V.G., Smolyanskiy Yu.Z., Lisenkov K.A. Hemangiomas of the spine: the value of radiation diagnosis. *Radiology – Practice*. 2008; 1: 23–30 (in Russ.).]

22. Aich R.K., Deb A.R., Banerjee A., Karim R., Gupta P. Symptomatic vertebral hemangioma: treatment with radiotherapy. *J. Cancer Res. Ther.* 2010; 6 (2): 199–203. DOI: 10.4103/0973-1482.65248
23. Гарматина О.Ю. Лучевая диагностика гемангиомы позвонка. *Український радіологічний журнал.* 2014; 22 (3): 60–3. [Garmatina O. Yu. Radiological imaging of vertebral hemangioma. *Ukrainian Radiological Journal.* 2014; 22 (3): 60–3 (in Russ.).]
24. Зарецков В.В., Лихачев С.В., Арсениевич В.Б., Степухович С.В., Салина Е.А. Гемангиомы позвоночника. Особенности диагностики и хирургического лечения. *Успехи современного естествознания.* 2015; 6: 22–7. [Zaretskov V.V., Likhachev S.V., Arsenievich V.B., Stepukhovich S.V., Salina E.A. Vertebral hemangiomas. Diagnostics and surgical treatment. *Advances in Current Natural Sciences.* 2015; 6: 22–7 (in Russ.).]
25. Салина Е.А., Шоломов И.И., Коршунова Г.А., Лихачева Е.Б., Лихачев С.В., Любичкий И.П. Неврологические аспекты гемангиом позвонков. *Клиническая неврология.* 2013; 1: 6–9. [Salina E.A., Sholomov I.I., Korshunova G.A., Likhacheva E.B., Likhachev S.V., Lyubitskiy I.P. Neurological aspects of vertebral hemangiomas. *Clinical Neurology.* 2013; 1: 6–9 (in Russ.).]
26. Alpízar-Aguirre A., Zárate-Kalfópulos B., Rosales-Olivares L.M., Baena-Ocampo Ldel C., Reyes-Sánchez A.A. Vertebral hemangioma of the posterior arch with subsequent extraosseous extension and neurological symptoms. Case report and literature review. *Cirugia y cirujanos.* 2009; 77 (2): 127–30.
27. Климов В.С., Косимшов М.А., Евсюков А.В., Киселев В.С., Воронина Е.И. Результаты дифференцированного хирургического лечения агрессивных гемангиом позвонков. *Хирургия позвоночника.* 2018; 15 (1): 79–90. DOI: 10.14531/ss2018.1.79-90 [Klimov V.S., Kosimshoev M.A., Evsyukov A.V., Kiselev V.S., Voronina E.I. Results of differentiated surgical treatment of aggressive vertebral hemangiomas. *Spine Surgery.* 2018; 15 (1): 79–90 (in Russ.). DOI: 10.14531/ss2018.1.79-90]
28. Jiang L., Liu X.G., Yuan H.S., Yang S.M., Li J., Wei F. et al. Diagnosis and treatment of vertebral hemangiomas with neurologic deficit: a report of 29 cases and literature review. *Spine. J.* 2014; 14 (6): 944–54. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.07.450
29. Бывальцев В.А., Сороковиков В.А. Диагностика и современные методы лечения позвоночных гемангиом. *Хирургия позвоночника.* 2008; 4: 46–50. DOI: 10.14531/ss2008.4.42-46 [Byval'tsev V.A., Sorokovikov V.A. Current methods for diagnosis and treatment of spinal hemangiomas. *Spine Surgery.* 2008; 4: 46–50 (in Russ.). DOI: 10.14531/ss2008.4.42-46]
30. Муфазалов Ф.Ф., Шишигин А.В., Курамшин А.Ф. Лучевая терапия и перкутанная вертебропластика в лечении больных с гемангиомами и метастатическим поражением позвоночника. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена.* 2012; 1 (2): 53–7. [Mufazalov F.F., Shishigin A.V., Kuramshin A.F. Radiotherapy and percutaneous vertebroplasty in the treatment of patients with hemangiomas and metastatic lesions of the vertebral column. *P.A. Herzen Journal of Oncology.* 2012; 1 (2): 53–7 (in Russ.).]
31. Mühmer M., Bostelmann R., Sarikaya-Seiwert S., Schneiderhan M., Steiger H.J., Cornelius J.F. Clinical and radiological presentation of spinal epidural haemangiomas: clinical series in a tertiary care centre during a 10-year period. *Eur. Spine J.* 2014; 23 (2): 404–10. DOI: 10.1007/s00586-013-3045-5
32. Nigro L., Donnarumma P. Vertebral hemangiomas: common lesions with still many unknown aspects. *J. Spine Surg.* 2017; 3 (2): 309–12. DOI: 10.21037/jss.2017.05.11
33. Лихачев С.В., Арсениевич В.Б., Салина Е.А., Степухович С.В., Норкин А.И., Мизюров С.А. и др. Декомпрессио-стабилизирующие операции при лечении осложненных агрессивных гемангиом переходных отделов позвоночника. *Саратовский научно-медицинский журнал.* 2017; 13 (3): 746–51. [Likhachev S.V., Arsenievich V.B., Salina E.A., Stepukhovich S.V., Norkin A.I., Mizyurov S.A. et al. Decompressive stabilizing operations in the treatment of complicated aggressive hemangiomas of transitional spine. *Saratov Journal of Medical Scientific Research.* 2017; 13 (3): 746–51 (in Russ.).]
34. Leong S., Kok H.K., Delaney H., Feeney J., Lyburn I., Munk P. et al. The radiologic diagnosis and treatment of typical and atypical bone hemangiomas: current status. *Can. Ass. Radiol. J.* 2016; 67 (1): 2–11. DOI: 10.1016/j.carj.2014.07.002
35. Астапенков Д.С. Диагностическая тактика при патологических переломах позвонков. *Травматология и ортопедия России.* 2009; 4: 27–30. [Astapenkov D.S. Diagnostic tactics at pathological vertebral fractures. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2009; 4: 27–30 (in Russ.).]
36. Мусаев Э.Р., Алиев М.Д., Щипахин С.А. Первичные опухоли позвоночника. *Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи.* 2012; 3: 3–10. [Musaev E.R., Aliev M.D., Shchipakhin S.A. Primary tumors of vertebral column. *Bone and Soft Tissue Sarcomas and Tumors of the Skin.* 2012; 3: 3–10 (in Russ.).]
37. Кравцов М.Н., Мануковский В.А., Манащук В.И., Свистов Д.В. Диагностика и лечение агрессивных гемангиом позвонков. Клинические рекомендации. М., 2015. [Kravtsov M.N., Manukovskiy V.A., Manashchuk V.I., Svistov D.V. Diagnosis and treatment of aggressive vertebral hemangiomas. Clinical guidelines. Moscow; 2015. (in Russ.).]
38. Tarantino R., Donnarumma P., Nigro L., Delfini R. Surgery in extensive vertebral hemangioma: case report, literature review and a new algorithm proposal. *Neurosurgical Review.* 2015; 38 (3): 585–92. DOI: 10.1007/s10143-015-0616-4
39. Лихачев С.В., Зарецков В.В., Арсениевич В.Б., Тома А.И., Норкин А.И., Абельцев В.П. и др. Агрессивные гемангиомы тел позвонков. Особенности регионарного кровотока. Диагностика и хирургическое лечение. *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2015; 4: 107–15. [Likhachev S.V., Zaretskov V.V., Arsenievich V.B., Toma A.I., Norkin A.I., Abel'tsev V.P. et al. Aggressive hemangiomas of the vertebral bodies. Peculiarities of the regional blood flow. Diagnostics and surgical treatment. *Kremlin Medical Journal.* 2015; 4: 107–15 (in Russ.).]
40. Merrow A.C., Gupta A., Patel M.N., Adams D.M. 2014 revised classification of vascular lesions from the international society for the study of vascular anomalies: radiologic-pathologic update. *Radiographics.* 2016; 36 (5): 1494–516. DOI: 10.1148/rq.2016150197
41. Кустов А.В., Жаринов Г.М., Рудь С.Д. Изучение эффективности пункционной вертебропластики и лучевой терапии в лечении агрессивных гемангиом позвоночника. *Медицинский академический журнал.* 2008; 8 (4): 101–14. [Kustov A.V., Zharinov G.M., Rud' S.D. Vertebroplasty method and radiation therapy for treatment of aggressive hemangiomas. *Medical Academic Journal.* 2008; 8 (4): 101–14 (in Russ.).]
42. Зарецков В.В., Сумин Д.Ю., Арсениевич В.Б., Лихачев С.В., Зуева Д.П., Артемов Л.А. и др. Вертебропластика при повреждениях тел поясничных позвонков у пациентов с остеопорозом. *Хирургия позвоночника.* 2011; 3: 26–30. [Zaretskov V.V., Sumin D. Yu., Arsenievich V.B., Likhachev S.V., Zueva D.P., Artemov L.A. et al. Vertebroplasty for lumbar vertebral body injury in patients with osteoporosis. *Spine Surgery.* 2011; 3: 26–30 (in Russ.). DOI: 10.14531/ss2011.3.26-30]
43. Алборов Г.К. К вопросу клиники, диагностики и лечения первичных опухолей позвоночника: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Ереван; 1970. [Alborov G.K. To the question of clinic, diagnosis and treatment of primary spinal tumore. Cand. Med. Sc. Theses of Diss. Yerevan; 1970 (in Russ.).]
44. Gaudino S., Martucci M., Colantonio R., Lozupone E., Visconti E., Leone A. et al. A systematic approach to vertebral hemangioma. *Skeletal Radiology.* 2015; 44 (1): 25–36. DOI: 10.1007/s00256-014-2035-y

45. Dang L., Liu C., Yang S.M., Jiang L., Liu Z.J., Liu X.G. et al. Aggressive vertebral hemangioma of the thoracic spine without typical radiological appearance. *Eur. Spine J.* 2012; 21 (10): 1994–9. DOI: 10.1007/s00586-012-2349-1
46. Vasudeva V.S., Chi J.H., Groff M.W. Surgical treatment of aggressive vertebral hemangiomas. *Neurosurgical Focus.* 2016; 41 (2): 7–10. DOI: 10.3171/2016.5.FOCUS16169
47. Nigro L. Algorithm of treatment for extensive vertebral hemangiomas according to tomita classification of vertebral tumors. *J. Neurol. Neurosci.* 2018; 8: 2–8. DOI: 10.21767/2171-6625.1000187
48. Кравцов М.Н., Мануковский В.А., Жаринов Г.М., Кандыба Д.В., Цибиров А.А., Савелло А.В. и др. Агрессивные гемангиомы позвонков: оптимизация тактики лечения. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н.Н. Бурденко.* 2012; 76 (2): 23–32. [Kravtsov M.N., Manukovskiy V.A., Zharinov G.M., Kandyba D.V., Tsiybirov A.A., Savello A.V. et al. Aggressive vertebral hemangiomas: optimization of management tactics. *Burdenko's Journal of Neurosurgery.* 2012; 76 (2): 23–32 (in Russ.).]
49. Григорьев А.А. Возможности традиционной рентгенодиагностики при синдроме компрессии позвонков. *Вестник Челябинской областной клинической больницы.* 2016; 4: 43–5. [Grigor'iev A.A. The capabilities of traditional X-ray compression syndrome vertebrae. *Bulletin of Chelyabinsk Regional Clinical Hospital.* 2016; 4: 43–5 (in Russ.).]

Сведения об авторах | Information about the authors

Мизюров Сергей Александрович*, врач – травматолог-ортопед, аспирант, Научно-исследовательский институт травматологии, ортопедии и нейрохирургии, кафедра травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; orcid.org/0000-0002-8935-3384

E-mail: miziurov@inbox.ru

Зарецков Владимир Владимирович, д. м. н., профессор, вед. науч. сотр., Научно-исследовательский институт травматологии, ортопедии и нейрохирургии, кафедра травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; orcid.org/0000-0001-5921-2786

Лихачев Сергей Вячеславович, к. м. н., ст. науч. сотр., Научно-исследовательский институт травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; orcid.org/0000-0003-1874-2507

Зарецков Александр Владимирович, к. м. н., доцент кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; orcid.org/0000-0003-0195-735X

Левченко Кристина Константиновна, д. м. н., профессор кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; orcid.org/0000-0002-4354-760X

Арсениевич Владислав Бранкович, к. м. н., заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 3, Научно-исследовательский институт травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; orcid.org/0000-0003-4808-1578

Киреев Сергей Иванович, д. м. н., профессор, вед. науч. сотр., Научно-исследовательский институт травматологии, ортопедии и нейрохирургии, кафедра травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; orcid.org/0000-0002-8726-3668

Сумин Дмитрий Юрьевич, врач-рентгенолог, Научно-исследовательский институт травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; orcid.org/0000-0001-7209-8885

Sergey A. Miziurov*, Traumatologist-Orthopedist, Postgraduate, Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Chair of Traumatology and Orthopedics of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0002-8935-3384

E-mail: miziurov@inbox.ru

Vladimir V. Zaretskov, Dr. Med. Sc., Professor, Leading Researcher, Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Chair of Traumatology and Orthopedics of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0001-5921-2786

Sergey V. Likhachev, Cand. Med. Sc., Senior Researcher, Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0003-1874-2507

Aleksandr V. Zaretskov, Cand. Med. Sc., Associate Professor of Chair of Traumatology and Orthopedics, Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0003-0195-735X

Kristina K. Levchenko, Dr. Med. Sc., Professor of Chair of Traumatology and Orthopedics, Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0002-4354-760X

Vladislav B. Arsenievich, Cand. Med. Sc., Head of Traumatology and Orthopedics Department № 3, Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0003-4808-1578

Sergey I. Kireev, Dr. Med. Sc., Professor, Leading Researcher, Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Chair of Traumatology and Orthopedics of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0002-8726-3668

Dmitriy Yu. Sumin, Radiologist, Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0001-7209-8885